

## Sistemas de Complemento de Base

### 1 Objetivos deste tópico

Ao final do estudo deste tópico você saberá:

- Representar números inteiros negativos;
- Compreender o conceito de representação de Complemento de Base;
- Representar números em Complemento de 2 e Complemento de 1;
- Somar, subtrair, multiplicar e dividir em Complemento de 2.

Leitura recomendada : seções do livro do Wakerly

- 2.5 Representation of Negative Numbers;
- 2.6 Two's-Complement Addition and Subtraction;
- 2.7 One's-Complement Addition and Subtraction.

Keywords: signed-magnitude system, sign bit, signed-magnitude adder, signed-magnitude subtractor, complement number system, radix-complement system, 10's complement, computing the radix complement, two's complement, weight of MSB, extra negative number, sign extension, diminished radix complement system, 9s' complement, ones' complement, two's complement addition, overflow, overflow rules, two's complement subtraction, carry, borrow, ones' complement addition, end-around carry, ones' complement subtraction.

### 2 Representação de Números Inteiros Negativos

- Como podemos representar números inteiros negativos?
- O que é o sistema de representação de complemento de base? Como funciona?
- Computadores de hoje usam o sistema Complemento de 2. Como se faz a conversão de um número positivo para seu correspondente negativo?
- Há diferença de representação entre +0 e -0?
- Quais são as vantagens do sistema Complemento de 2 sobre a representação sinal-magnitude?

### 3 Exercícios

1. Considere um sistema de representação em complemento de base, para a base 2, com quantidade de dígitos igual a 4 (quatro). Neste sistema pede-se que sejam realizadas as três operações determinadas nos itens a), b) e c), com os operandos e resultados representados em complemento de base. Ainda, para estas três operações, solicita-se que seja respondida a seguinte questão: Houve transbordo na operação? Se a resposta é sim, apresentar pelo menos duas evidências que permitam detectar (explicar) o aparecimento de transbordo. Se a resposta é não justifique mostrando a evidência que comprova esta asserção.

(a)  $((-2) + (-7))_{10}$

(b)  $((-8) - (-7))_{10}$

(c)  $((+3) - (+5))_{10}$

2. Realize a operação  $(+27)_{10} + (-8)_{10}$  em complemento de base 5 diminuída, com 3 dígitos, mostrando os cálculos. Houve transbordo (overflow)? Qual o valor esperado dessa operação (em complemento de base 5 diminuída e em base 10)?
3. Realize a operação  $(+13)_{10} + (-9)_{10}$  em complemento de 1 com 5 dígitos. Indique a conversão de base e demonstre os cálculos realizados, indicando os bits de vai-um. Houve transbordo? Justifique sua resposta.
4. Quais são os resultados da execução do programa em Linguagem C apresentado a seguir, em um computador com microprocessador executando aritmética em Complemento de 2 de 64 bits? Explique os resultados.

```
#include <stdio.h>
#include <stdint.h>
#include <inttypes.h>

int main()
{
    int64_t a, b, c;

    a = 0x2;
    b = 0x0;
    c = b - a;

    printf("%016"PRIx64"\n", c);

    b = 0x1000000000000000;
    c = b - a;

    printf("%016"PRIx64"\n", c);
}
```

Supondo que o arquivo fonte seja `barithmetic.c`, o comando para compilar o programa em Linux, usando GCC será:

```
gcc -o arithmetic arithmetic.c
```

Analise o código assembly gerado pelo GCC, após remover do programa `arithmetic.c` as 2 instruções `printf`. O código assembly é do microprocessador Intel Core i7. Identifique e procure entender os diversos elementos que fazem parte deste código. Onde estão a operação  $c = b - a$ ?

```
.file "arithmetic.c"
.text
.globl main
.type main, @function
main:
.LFB0:
.cfi_startproc
pushq %rbp
.cfi_def_cfa_offset 16
.cfi_offset 6, -16
movq %rsp, %rbp
.cfi_def_cfa_register 6
movq $2, -24(%rbp)
movq $0, -16(%rbp)
movq -16(%rbp), %rax
subq -24(%rbp), %rax
movq %rax, -8(%rbp)
movabsq $1152921504606846976, %rax
movq %rax, -16(%rbp)
movq -16(%rbp), %rax
subq -24(%rbp), %rax
movq %rax, -8(%rbp)
movl $0, %eax
popq %rbp
.cfi_def_cfa 7, 8
ret
.cfi_endproc
.LFE0:
.size main, .-main
.ident "GCC: (Ubuntu 5.4.0-6ubuntu1~16.04.4) 5.4.0 20160609"
.section .note.GNU-stack,"",@progbits
```